

# 改良型二段接触氧化工艺用于污水厂改扩建

容志勇, 陈 蕃, 罗松柏, 黄茂林, 李 漫, 杨学伟  
(中机国际工程设计研究院有限责任公司, 湖南 长沙 410007)

**摘 要:** 针对某城市污水厂原二段接触氧化池运行中存在的初沉池沉淀效果差、脱氮及除磷效率较低、氧化池底部积泥严重等问题,在工程改扩建设计中采用了强化脱氮除磷的改良型二段接触氧化池工艺。该工艺通过设置缺氧池并增加消化液回流系统、在二沉池前端设置化学除磷系统、在氧化池内增设排泥系统等措施,来提高脱氮除磷的效率。运行结果表明,在投加化学除磷药剂的条件下,改良型二段接触氧化池对 COD、BOD<sub>5</sub>、氨氮、总氮、总磷的去除率分别可达 80%、85%、90%、80%、85%,出水水质满足 GB 18918—2002 一级 B 标准。

**关键词:** 污水厂; 二段接触氧化法; 改良型二段接触氧化池

**中图分类号:** TU992.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)16-0061-04

## Application of Improved Two-stage Contact Oxidation Process in a Wastewater Treatment Plant Upgrading

RONG Zhi-yong, CHEN Fan, LUO Song-bai, HUANG Mao-lin, LI Man, YANG Xue-wei  
(China Machinery International Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Changsha 410007, China)

**Abstract:** According to the problems existing in the municipal sewage treatment plant of two-stage contact oxidation process, such as poor precipitation in primary sedimentation tank, low denitrification and phosphorus removal efficiency, and serious sludge accumulation in the oxidation tank, an improved two-stage contact oxidation tank for effective removal of nitrogen and phosphorus was proposed. The process improves the efficiency of nitrogen and phosphorus removal by transformation of the primary sedimentation tank into an anoxic tank and application of the digester return system, installation chemical phosphorus removal facilities at the front end of the second settling tank, and addition sludge removal facilities in the oxidation tank. The operation results indicated that the removal rates of COD, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, TN and TP could respectively reach 80%, 85%, 90%, 80%, 85% under the conditions of chemical phosphorus removal agent. The effluent quality could meet the first level B standard of GB 18918-2002.

**Key words:** wastewater treatment plant; two-stage contact oxidation process; improved two-stage contact oxidation tank

二段生物接触法又称二氧二沉法,简称二段法,其原理是将传统的生物接触氧化池分为二段<sup>[1,2]</sup>:第一段充分利用微生物处于对数增长期的吸附特性,以低能耗、高负荷、快速的生物吸附和合成为主,能够去除污水中 70%~80% 的有机物,称为吸附合

成期;第二段在低负荷下利用微生物的氧化分解作用,对污水中残留的有机物进行氧化分解,以进一步改善出水水质,称为氧化分解阶段。污水经两座氧化池,增加了与填料接触次数,同时每座氧化池的流态基本上属于完全混合型<sup>[3]</sup>,提高了生化效率,缩

短了生物氧化时间,从而更加适应原水水质的变化,使出水水质趋于稳定。二段法处理生活污水效果好、投资少、占地面积小、运行管理简便,同时二段法的二沉池可以弥补中间沉淀池的不足,进一步提高出水水质。

## 1 工程背景

某污水厂位于我国中部某地级市,设计规模为  $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,一期设计规模为  $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,于2009年投产运行,进水80%为城市生活污水。随着城区供水量的增加和污水收集率的提高,城市污水量增多,根据2012年6月—12月的进水量统计数据,平均污水量达到  $9.26 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,为了满足后期污水量增大的处理需求,本次扩建工程主要内容为新建  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的生化处理池,同时对原预处理构筑物的设备进行必要的调整和升级改造。

## 2 生化处理工艺优化

污水厂原工艺流程见图1。污水处理的核心是二段接触氧化工艺,原设计在二段接触氧化池前端设置有初沉池,运行近4年来处理效果稳定,满足设计出水水质一级B标准的要求,但是仍存在以下几方面的问题:初沉池沉淀效果较差、沉淀池排泥困难、脱氮效果不理想、除磷效率较低,从污水厂今后运行管理及厂区工艺流程总体考虑,本次扩建工程仍设计采用接触氧化法,但要进行改良,调整其相关设计参数和部分设备选型,提出改良型二段接触氧化法工艺,扩建优化后的工艺流程见图2。

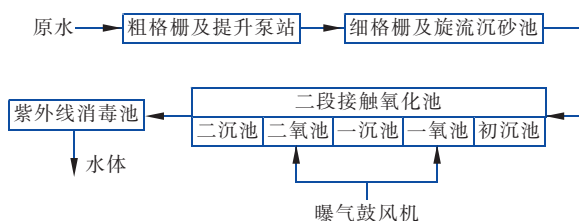


图1 污水处理原工艺流程

Fig. 1 Flow chart of original wastewater treatment process

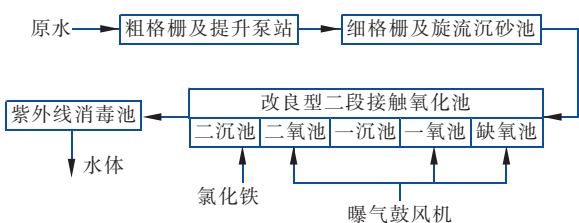


图2 污水处理优化后工艺流程

Fig. 2 Flow chart of optimized wastewater treatment process

## 3 主要构筑物设计

### 3.1 原污水提升泵房改造

扩建工程新增一台潜污泵,从而提高污水提升量。

### 3.2 原细格栅渠改造

#### ① 原细格栅渠存在的问题

细格栅渠渠道宽为1400 mm,格栅的栅条间隙为5 mm,共4台机械格栅除污机,运行多年来,水厂进水含砂、含渣量偏高,已建的格栅拦渣效果较差,主要原因是设计采用回转式格栅除污机,设计倾角为60°,实际安装时采用旋转网式清污机,其最佳安装角度为30°,安装角度过大使其不能有效清除栅渣,因此需要更换细格栅。

#### ② 细格栅渠改造设计

扩建工程考虑将原4台格栅除污机更换为精细格栅除污机,同时新增格栅清洗反冲洗系统,提高对悬浮物的去除效果。细格栅渠的主要设计参数:采用内流式非金属孔板格栅,孔板孔径为5 mm,设计两条格栅渠道,每条渠道内安装一套孔板格栅,两套格栅可并联也可单独运行,单组格栅最大过流量为  $8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,格栅冲洗采用中压泵从厂区给水管道上吸水加压清洗,冲洗水泵流量为  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ,冲洗水压为0.6~0.8 MPa;格栅冲洗采用自动控制(在必要时可以手动),根据进出水液位差和设定的冲洗时间进行冲洗。

### 3.3 新建改良型二段接触氧化池

#### 3.3.1 原二段接触氧化池存在的问题

现状采用初沉池与二氧二沉池的组合作为污水厂的主体处理工艺,主要存在以下问题:①初沉池表面浮渣较多,底部污泥易板结;②氧化池池底积泥过多,影响出水水质;③沉淀池底部集泥排出困难;④除磷效果较差,磷去除率仅有50%~60%;⑤脱氮效果一般,出水硝酸盐氮含量相对较高。

#### 3.3.2 本次扩建工程设计

##### ① 主要设计参数

新建改良型二段接触氧化池设计规模为  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,设计一座分两组,出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的一级B标准,改良型二段接触氧化池总平面尺寸为68.2 m×44.2 m,含缺氧池、一氧池、一沉池、二氧池、二沉池。缺氧池:污水停留时间为1.48 h,采用穿孔管间歇曝气及调节曝气量来控制缺氧池内的缺氧环

境,池内放置聚丙烯悬浮颗粒填料,填料厚度为0.9 m;一氧池:填料接触时间为0.99 h,填料为聚丙烯立体网状填料,填料共两层,容积负荷为 $1.136 \text{ kg-BOD}_5/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ;一沉池:采用向上流单层砾石过滤沉淀,滤层厚为500 mm,滤料粒径为16~25 mm,滤速为4.34 m/h;二氧池:填料接触时间为0.71 h,填料为聚丙烯立体网状填料,填料比表面积为 $250 \sim 300 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ,密度为 $20 \sim 25 \text{ kg}/\text{m}^3$ ,容积负荷为 $1.08 \text{ kgBOD}_5/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ;二沉池:采用向上流三层砾石过滤沉淀,滤层厚自上而下分别为150、150、200 mm,滤料粒径自上而下分别为6~10、11~15、16~25 mm,滤速为4.34 m/h,在沉淀池前端设置穿孔投药管,设计投药量为 $10 \text{ mg}/\text{L}$ ,药剂为三氯化铁。一氧池、二氧池填料安装断面见图3。一沉池、二沉池滤料安装断面见图4。

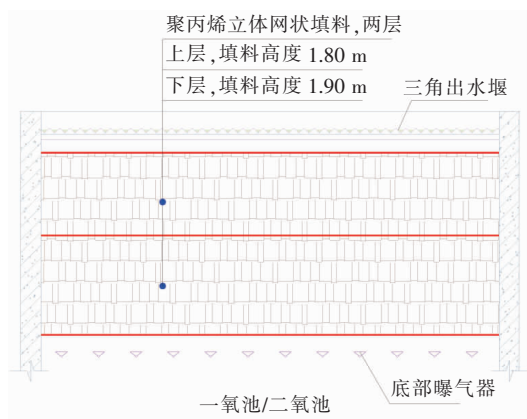


图3 一氧池、二氧池填料安装断面

Fig. 3 Packing installation section of the first/second oxidation tank

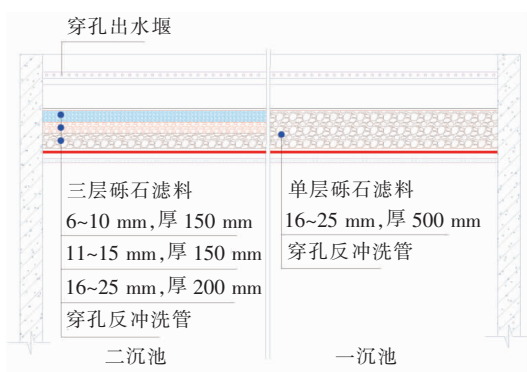


图4 一沉池、二沉池滤料安装断面

Fig. 4 Filter installation section of the first/second sedimentation tank

针对原二段接触氧化池存在的相关问题,本次

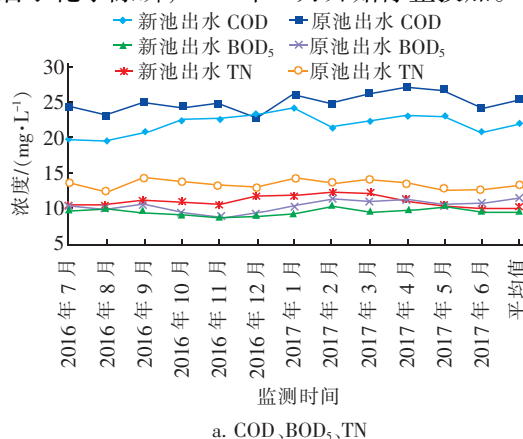
设计的改良型二段接触氧化池在原设计二段接触氧化池的基础上进行了优化调整:将传统细格栅改为精细格栅,提高了污染物截留效果;将原初沉池改为缺氧池,增设二氧池出水回流至缺氧池的设施,提高污水脱氮效果;为了解决氧化池池底积泥问题,在改良型二段池的氧化池底部新增排泥渠和排泥管,方便后期底部排泥和清洗时的排水;在二沉池前端增设化学除磷设施,进一步提高总磷去除率;一沉池、二沉池内均增加液压往复式刮泥机,并增设泵吸式排泥机,改善沉淀池的排泥效果。

## ② 主要设备参数

改良型二段接触氧化池高效处理污水的关键在于氧化池填料、氧化池的曝气、沉淀池滤料的粒径选择,同时保证缺氧池内缺氧条件是提高脱氮效果的关键。缺氧池采用鼓风机间歇鼓风曝气,一氧池、二氧池为全过程鼓风机曝气,一沉池、二沉池采用反冲洗鼓风机错开反冲洗。缺氧池鼓风机 $Q = 120 \text{ m}^3/\text{min}$ , $P = 65 \text{ kPa}$ ,共1台(与氧化池风机共备用);氧化池鼓风机 $Q = 120 \text{ m}^3/\text{min}$ , $P = 65 \text{ kPa}$ ,共3台(2用1备);反冲洗风机 $Q = 60 \text{ m}^3/\text{min}$ , $P = 28 \text{ kPa}$ ,共3台(2用1备);沉淀池液压往复式刮泥机刮板速度为 $0 \sim 4.5 \text{ m}/\text{min}$ , $N = 3.0 \text{ kW}$ ,共4台;泵吸式排泥机 $Q = 10 \sim 20 \text{ m}^3/\text{h}$ , $N = 3.0 \text{ kW}$ ,共4台(每格沉淀池各设一台刮泥机和排泥机)。

## 4 改造效果对比分析

改扩建工程运行状况良好,出水水质优于一级B标准,且部分指标符合一级A标准。2016年7月—2017年6月原二段接触氧化池(即原池)与改良型二段接触氧化池(新池)出水水质月平均值如图5所示,其中2016年7月—12月新池运行初期开启了化学除磷,2017年1月开始停止投加。



a. COD、BOD<sub>5</sub>、TN

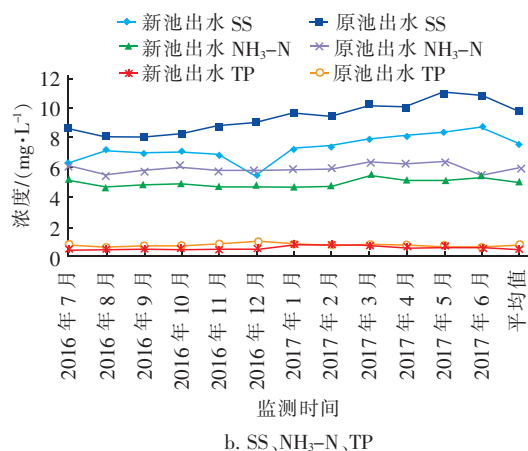


图5 新生化池与原生化池出水水质比较

Fig.5 Effluent quality comparison between new biochemical tank and original biochemical tank

对比图5中的相关数据,可以看出:①改良型二段接触氧化池的处理效率明显较好,各项出水水质指标均优于原二段接触氧化池,出水水质优于一级B标准;②在投加化学除磷药剂氯化铁后,改良型二段接触氧化池出水中的磷含量明显降低,当停止投加时出水磷含量与原二段接触氧化池基本相当。

## 5 结论

① 采用缺氧+二氧二沉工艺单元组合的改良型二段接触氧化池处理城市生活污水,具有占地面积少、处理效果好、处理效率高的特点,在投加化学除磷药剂的条件下,对COD、BOD<sub>5</sub>、氨氮、总氮、总磷的去除率分别可达80%、85%、90%、80%、85%,出水水质完全满足GB 18918—2002一级B标准的要求。

② 通过对比新建和原生化池的出水水质,在前置缺氧池中反硝化菌的脱氮作用下,改良型二段接触氧化池对总氮的去除效果更好,出水总氮浓度明显更低。

③ 新建改良型二段接触氧化池运行近12个月来,未发现沉淀池和氧化池底部污泥板结的现象,系统运行稳定可靠。

## 参考文献:

- [1] 赵立军,王怀建,刘俊良. 二段生物接触氧化法处理城市污水评析[J]. 中国给水排水,2002,18(12):28-30.  
Zhao Lijun, Wang Huaijian, Liu Junliang. Evaluation and analysis on two-stage biological contact oxidation process for treatment of urban wastewater[J]. China Water & Wastewater, 2002, 18(12): 28-30 (in Chinese).
- [2] 田建开,张文俊. 二段生物接触氧化法处理城市污水[J]. 中国给水排水,2003,19(11):64-66.  
Tian Jiankai, Zhang Wenjun. Two stage biological contact oxidation process for municipal wastewater treatment[J]. China Water & Wastewater, 2003, 19(11): 64-66 (in Chinese).
- [3] 周海东,刘勤亚,江燕. 二段生物接触氧化法处理生活污水[J]. 环境工程,2003,21(1):13-15.  
Zhou Haidong, Liu Qinya, Jiang Yan. Domestic sewage treatment with two-stage biological contact oxidation process[J]. Environmental Engineering, 2003, 21(1): 13-15 (in Chinese).



作者简介:容志勇(1989-),男,湖南长沙人,硕士,工程师,水处理规划设计室主任、水处理深度净化技术研究室研究员,主要从事海绵城市、城市水处理及污水再生回用、水环境综合整治的研发、工程设计与咨询工作。

E-mail: 451174803@qq.com

收稿日期:2018-02-08